

開催報告

第 25 回ジオシンセティックスシンポジウム

苫小牧高専 中村 努

2010年12月2日(木)～3日(金)の2日間にわたり、第25回ジオシンセティックスシンポジウムが(社)地盤工学会で開催された。三木博史 IGS 日本支部長による開会挨拶で始まった本シンポジウムは、38編の論文と3編の事例報告が7セッションにわたって発表され、各セッションとも熱心な発表・討議がなされた。1日目は第4セッション終了後にJCIGS表彰式、懇親会が開催された。JCIGS表彰式の詳細については国際ジオシンセティックス学会日本支部HPをご覧ください。懇親会は龍岡文夫先生の乾杯で始まり、終始和やかなムードで情報や意見交換を行っていた。

2日目には第5セッション終了後、昼休みを挟み龍岡文夫先生による特別講演を頂いた。ご講演の題目は、「地震と豪雨・洪水等による地盤災害とジオシンセティックス工学-現状と展望-」であり、米国と豪州での崩壊事例を通し今後補強土擁壁が信頼されるための教訓を示され、多くの参加者は大変興味深く拝聴していた。2日間で7つのセッションが行われ、最後に平井貴雄幹事長の閉会挨拶で今回のシンポジウムは幕を閉じた。平井幹事長からは次年度の第26回シンポジウムは北海道の室蘭市を予定しており、事例報告も含め多くの投稿についてお願いがあった。また、今回のシンポジウムは非会員も含め131名の参加者があり大盛況であった旨の紹介がなされた。以下は各セッションの報告である。なお、本報告は行事委員長の内村太郎先生および各セッションを担当されました副座長の方々のメモをもとに作成した。ご協力いただきました皆様には感謝の意を表します。

<各セッション討議概要>

第1セッション 座長：宮田喜壽（防衛大） 副座長：井澤淳（鉄道総研）

本セッションのテーマは補強土構造・材料1であり、6編の発表が行われた。

・ジオテキスタイルの拘束条件による超軟弱地盤の支持メカニズムに関する数値解析：安 東漢（大阪大）

超軟弱地盤状のトラフィカビリティ向上のためにジオテキスタイルを用いる場合の拘束条件の影響に関する研究報告である。模型実験と数値解析から、初期張力がジオテキスタイルの荷重分散効果に大きく影響することが確認された。

・タイプの異なった補強土壁面の変形の調査と共振周波数の予測の試み：加賀宗彦（東洋大）

ジオテキスタイル補強土壁とジオセル補強土壁の補強メカニズムの違いによる初期変形とクリープ変形の差に関して報告された。使用する材料の総量が異なるため、単純な比較は出来ないのではないかとの指摘があった。また、ジオセル補強土壁の共振周波数の算定法が紹介された。

・壁面に間伐材を用いた補強土壁工法（石川県における適用事例について）：久保哲也（前田工織）

間伐材の有効活用として、間伐材を補強土壁の壁面材に適用した例に関する事例報告である。施工後6年以降の調査箇所には、ほとんどの箇所で腐食が生じていたが、ジオテキスタイルを巻き込んだ壁面処理をしているため、補強土壁全体の安定性には影響が無いことが安定度調査から確認されていた。

・現代版土のう工法としてのD・BOX工法とその複合効果：松岡元（名古屋工大）

D・BOX工法による軟弱地盤の圧密促進工法と地盤振動の低減に関する報告である。土のうを軟弱地盤上に設置して上載圧をかけることにより、載荷面も排水境界とすることができ、上載圧を支えるために必要な改良範囲だけを効率よく圧密することが出来ることが報告された。また、道路下に土のうを設定することにより交通振動を低減できる例が紹介された。

・ジオグリッドを用いたパイプライン浅埋設工法の水平載荷時挙動：木本茉那（神戸大）

圧力管路水平屈曲部に作用するスラスト力に対する防護工としてジオグリッドを用いた浅埋設工法を適用した場合の小型模型実験とDEM解析による効果の検証報告である。埋設管接続部に対する防護なども考慮に入れて、対策工を考える必要があるのではないかとの意見があった。

・補強材の敷設間隔をあけた補強土壁の変形挙動に関する実験的検討：鍋島康之（明石高専）

補強材を面的に敷設せず、短冊状にして水平方向の間隔を空けて敷設することにより、ダイレイタンスー効果を効果的に利用するという発想に基づき、その効果を実験的に確認した報告がなされた。壁面工の千鳥配置の影響について質問があったが、今回の実験では千鳥配置の効果が確認されなかったとのことである。

第2セッション 座長：木幡行宏（室蘭工大） 副座長：中島進（土木研究所）

本セッションでは、補強土壁のライフサイクルコストの算定、地震後の補強土壁の健全度評価に関して、4編の発表があった。質疑では、個別の研究発表に対する質問はなく、ライフサイクルコストを設計に用いるために必要な事項についての議論が行われた。損傷度の許容値の考え方に関する議論をはじめとして、構造物が被災して機能が喪失した際に生じる社会的な影響度などの指標も必要だという意見もあった。タイトルと発表者および発表の概要は以下の通りである。

・ジオグリッド補強土壁のライフサイクルコストの算定を目的とした初期建設・維持管理・災害復旧費の標準的算定法：大野考二（飛島建設）

ジオグリッド補強土壁、L型擁壁・無補強盛土のライフサイクルコスト算定と比較のために必要な初期建設費、維持管理費、災害復旧費の算定方法に関する発表が行われた。

・ジオグリッド補強土壁のライフサイクルコストの算定法：宮田喜壽（防衛大学）

ライフサイクルコスト算定において必要な災害復旧リスクを算定するための、破壊確率Pfの算定法についての発表が行われた。補強土壁のシステムとしての冗長性を考慮した計算法となって

いる点が特徴的だった。

・無補強盛土と補強盛土の地震時ライフサイクルコストの算定：篠田昌弘（鉄道総合技術研究所）

レベル2地震時を対象として、超一様分布列を用いたモンテカルロ法によって、無補強盛土と補強盛土のライフサイクルコストの算定を行った結果、補強土盛土は無補強盛土と比較してライフサイクルコストに優れた構造物であることが報告された。

・Centrifuge tests on seismic stability of the damaged geogrid reinforced soil wall：Nguyen Hoang Giang（埼玉大）

地震により被害を受けた補強土擁壁を模擬した遠心模型実験の結果に関する考察・解析の結果、損傷後の補強土壁の安定性を評価するにあたっては、残留強度相当の引抜き抵抗を用いた場合の方が実験でのすべり面の発生形態との整合性が高いことが報告された。

第3セッション 座長：青木一三（レールウェイエンジニアリング） 副座長：内村太郎（東京大）

本セッションでは、補強土構造物の材料特性、引き抜き試験に関して、6編の研究成果が発表された。

・ウレタンモデル地盤における直接基礎剛性と沈下量：福田光治（肥後地質調査）

ジオセル構造の開発と設計条件を整理するためにウレタンによる地盤モデルと数種類の剛性と厚さが異なるジオテキスタイルを使用した支持力実験を行った。ウレタン地盤モデルのモデルとしての適切性を調べたあと、ジオテキスタイルで直接基礎を模擬し、敷設方法、重ね方などの効果を簡易な実験により確認した。ジオセルの曲げ剛性だけでなく、引張剛性によっても沈下抑制効果が異なることがわかった。

・施工時の損傷レベルがHDPEジオグリッドの引張強度特性に及ぼす影響：松野剛（防衛大）

粒状土中にHDPEジオグリッドを配置し締固め荷重を与えることで準備した損傷供試体の引張り強度特性を調べた。損傷レベルをレーザ変位計で測定した供試体の表面粗度をもとに評価した。引張り試験における供試体のひずみ解析には画像解析技術を用いた。損傷レベルがHDPEジオグリッドの引張強度特性の及ぼす影響を統計的に考察した。

・EPS破砕片混合土の圧縮特性に関する考察－積層体模型実験による圧縮成分の評価：木全卓（大阪府立大）

EPS破砕片混合土の圧縮特性をモデル化するための基礎研究として、破砕片の変形に起因する圧縮成分の定量的な分類・評価を試みた。アルミ棒と発泡スチレン棒で模擬した積層体模型を用い、骨格構造の違いも考慮しながら二次元圧縮試験を行った。そして、圧縮過程をデジタル撮影した画像を解析して混合土全体、破砕片自身、間隙部分の体積変化をそれぞれ個別に算出し、幾何学的な観点から各成分を分析した。その結果、EPS破砕片の混合によって付加される圧縮成分としては、1)破砕片自身の体積圧縮、2)それに起因する骨格変化による間隙部分の減少、

3) 変形した粒子の移動に起因する間隙変化、に分類されることがわかった。

・ジオテキスタイル製網目袋を用いたバラスト流動対策の効果確認試験：小林幹人（JR 東海）

列車通過に伴う路盤変位が大きい箇所では、曲線外軌側のバラストが振動により徐々に崩れて軌道内に流れこむバラスト流動化現象が発生する場合がある。そのような箇所ではバラストが軌道の横移動を抑える力が弱まり、軌道狂いが発生する恐れがあるため、頻繁に保守を行っている。そこで、バラスト流動対策としてまくらぎ端部のバラストをジオテキスタイル製の網目袋（ジオテキバッグ）に詰め、移動を拘束する工法を検討した。無対策のケースではバラスト流動現象が発生したが、ジオテキバッグでまくらぎ端部のバラストを拘束したケースではバラスト流動が発生せず、一定の効果がみられた。

・杭体—ジオグリッド併用工法の荷重伝達メカニズムにおける補強材の異方性の効果：藤本健太（熊本大）

深層混合処理工法に代表される杭体とジオグリッドの併用工法は、土のアーチ効果とジオグリッドの面的効果に起因する荷重分担効果によって杭間の軟弱地盤に作用する上載荷重を低減させ、不同沈下の抑制を図ることを目的として用いられている。現行の設計では、長さ方向（または幅方向）の一方向のみでのジオグリッド引張剛性しか考慮されていない。しかしながら、ジオグリッドは多次元構造であり、一方向のみではなく二方向あるいは多方向にも面的効果が機能していると考えられる。本論文では、杭体—ジオグリッド併用工法を対象とし、個別要素法を用いてジオグリッドの異方性が荷重分担効果に及ぼす影響について検討した。

・ジオテキスタイルを用いた既設オイルタンク基礎の補強に関する基礎的検討：佐藤崇（八戸工大）

比較的簡易な耐震補強工法として、耐久性・強度特性・施工性にすぐれたジオテキスタイルを使用した工法の開発を目指して基礎的・実験的な検討を行った。まず、構造物直下の地盤にジオグリッドを縦方向に使い基礎地盤を囲むことによるジオグリッドの引張り材としての基礎の沈下に対する補強効果の確認を行った。次に、地震時の液状化による構造物基礎の沈下抑制効果の検討のために振動台を用いた液状化実験を実施した。ジオテキスタイルを用いた対策工法が、支持力および液状化時の構造物の沈下抑制に効果がある可能性が確認された。その主たる補強メカニズムは、基礎直下の地盤の側方変位の拘束力向上と補強材張力によるものと推測される。

第4セッション 座長：熊谷浩二（八戸工業大学） 副座長：峯岸邦夫（日本大学）

本セッションでは、ジオシンセティックスの水理特性に関して、6編の研究成果が発表された。

・ジオテキスタイルによる補強土壁の凍上対策に関する屋外土槽実験（その2）：佐藤厚子（独土木研究所寒地土木研究所）

寒冷地におけるジオテキスタイルによる補強土壁の凍結抑制対策に関する実験として断熱工法に着目して、補強土壁の外側に2種類の凍上抑制工を施したものと実物大の対策を講じた補強土

壁を構築して標準工法と比較して、断熱工法によって凍結深さが軽減されひずみや変位が小さくなることが報告され、ヘチマ構造の断熱効果などについて質問があった。

・ジオシンセティックスによる盛土構造物の降雨時安定性の向上：平川大貴（防衛大学校）

ジオシンセティックスによる盛土構造物で室内降雨浸透実験を実施し、降雨時の安定性向上について検討を行い、盛土内地下水水位面上昇と地表水の流下による表面侵食・飽和化による盛土の流動変形に対してジオシンセティックスによる土中水の排水と盛土の補強は降雨時の安定性向上に効果的であることが報告され、地盤の泥ねい化やパイピング対策としてのふとん籠の有効性について質問があった。

・超高含水比粘土を用いた室内試験による各種 PBD の排水性能の評価：川尻峻三（神戸大学）

超高含水比粘土（浚渫土）を確実にかつ短期間で減容化できる手法を提案することを目的として、4種類の凝集剤を浚渫土へ添加して減容化の効果を検討し、さらに4種類のPBD材を用いて広範囲な圧力条件下での通水性能を把握するための実験を行い、PBD材による減容効果の差異について報告され、図8で拘束圧の影響が見られない理由等について質問があった。

・バングラデシュにおける道路盛土の波浪侵食対策工に関するパイロット試験：松島健一（農工研）

圧力管曲部に作用するスラスト力の対策工法として提案したジオグリッドを用いた軽量なスラスト防護工法を、サイホン部緊急布設替えの施工に採用した事例が報告された。管内水圧、周辺地盤の土圧、ジオグリッドの発生ひずみの計測結果から、提案工法の有効性が報告された。受働抵抗を効率的に得るジオグリッドの設置位置に関して議論があった。

・豪雨と気泡の影響を考慮した河川堤防における透気遮水シートの設置効果：柴田賢（名古屋工業大学）

降雨発生装置を備えた模型堤防実験により、降雨浸透や河川水位の上昇に伴う間隙空気塊の挙動の把握を試みて、エアブロー現象の観察や空気圧の測定を行い、遮水シートや透気性のある遮水シートを設置した際の堤防の補強効果について検討した結果について報告され、エアブローの測定方法についての質問があった。

・構造が異なるジオテキスタイルフィルターの垂直方向透水性に関する検討：木幡行宏（室蘭工大）

試料土層と砂層との間に織布系ジオテキスタイルを挟んで一連の定水位透水試験を行い、既往の研究で使用された不織布系ジオテキスタイルの垂直方向透水性能と比較検討した結果について報告され、対象とするジオテキスタイルの厚さによって土粒子の移動が異なるのかどうかについて等の質問があった。

第5セッション 座長：福田光治（肥後地質調査） 副座長：金子賢治（八戸工大）

本セッションでは、耐震・構造に関して、8編の研究成果が発表された。

・地盤のせん断変形を受ける補強洪水吐の挙動メカニズムの検討：岩崎善之（神戸大）

一般的に重量構造物である洪水吐は、地震時に大きな慣性力を受けることで破壊・変位を生ずる。ジオグリッドを取り付けた耐震性を有する軽量洪水吐を提案し、地震時の地盤のせん断変形に着目して、提案工法に対して繰返し単純せん断試験を行った。アルミ棒積層体を用いた模型実験、および個別要素法 (DEM) を用いた数値解析の双方から、洪水吐側壁に取り付けた補強材の引抜き抵抗により、洪水吐の変位が抑制されることが明らかになった。

・液状化地盤上の盛土の変形抑制を目的としたジオシンセティックを碎石で挟む対策工法：村上清基（エターナルプレザーブ）

液状化時における盛土の変形抑制を目的とした、ジオシンセティックを碎石で挟み込んで盛土底部に敷設する対策工法について検討した。1)無対策、2)ジオシンセティックのみを敷設、3)碎石で挟み込んだジオシンセティックを敷設の3ケースについて、 $Dr=50\%$ の硅砂7号で作製した地盤を液状化層とする動的遠心模型実験を実施して、変形抑制効果を確認した。実験を行ったケースに関して UWLC(動的有効応力)解析でシミュレーションを実施し、沈下抑制効果に関しては比較的よく表現できることがわかった。

・ジオテキスタイルで補強したパイルスラブ式盛土の振動台実験：森野達也（鉄道運輸機構）

新幹線のスラブ軌道用盛土を、より経済的に構築するため、比較的細粒分の多い材料など、これまで不適とされる材料に対して、ジオテキスタイルで盛土全体を補強し、かつ盛土内に構築した地盤改良杭がコンクリート路盤を支持することで、地震時も含めて沈下を抑制するパイルスラブ式盛土を開発した。パイルスラブ式盛土の各種振動台実験から、地震時の挙動や応答特性、沈下性状等を明らかにし、盛土補強材や地盤改良杭の効果について述べた。

・盛土をジオセル補強した一体橋梁の地震時安定性：黒田哲也（東京理科大）

ジオセルの土中引き抜け抵抗は、その部材高さが大きいことから、ジオグリッドと比較して大きな引き抜け抵抗を発揮する可能性を示す実験結果を得た。しかし、ジオセルの軸方向の剛性を高めないと上記の利点は全面的に発揮できないこともわかった。振動台模型実験により、GRS 一体橋梁の盛土をジオセルで補強した場合の地震時安定性を検討した。

・Seismic stability of geosynthetic-reinforced soil integral bridge : Munoz, H.（東京理科大）

片持ち梁形式の橋台（重力式、L型 RC 構造物など）、従来形式の一体橋梁、および、新しい形式の GRS 一体橋梁（橋桁を剛な一体壁面工と一体化するとともに、裏込め盛土を壁面工背面に結合したジオシンセティックス補強材で補強する）、その補強盛土の壁面工背後の一部分をセメント改良した GRS 一体橋梁の振動台模型実験の結果を一自由度系振動理論で解析した。盛土のジオシンセティックス補強とセメント改良により動的強度、動的靱性、減衰特性が高くなり、その結果耐震性が高くなることを示した。

・分割型壁面のジオテキスタイル補強土壁に関する動的遠心模型実験（その1 実験条件および遠

心力載荷時の安定性)：榎本忠夫 (土木研究所)

・ 分割型壁面のジオテキスタイル補強土壁に関する動的遠心模型実験 (その2 地震時挙動と変形特性)：中島 進 (土木研究所)

・ 分割型壁面のジオテキスタイル補強土壁に関する動的遠心模型実験 (その3 補強土壁の崩壊メカニズム)：佐々木哲也 (土木研究所)

分割型壁面を有するジオテキスタイル補強土壁の常時・地震時の挙動を精緻に把握すること及びその崩壊メカニズムを把握することを目的として、1) 補強材配置、2) 壁面高さ、3) 基礎地盤条件、4) 壁面工の形式、5) 背後地盤条件を変化させて動的遠心模型実験を実施した。(その1) では、模型実験で得られた計測値の中で、遠心力上昇後の底面反力及び補強領域背面に作用する水平土圧および補強材張力について分析すると共に、現行の設計計算法による計算値と比較し、常時の安定計算法の課題について考察した。(その2) では、補強土壁の耐震性に顕著な影響を及ぼす諸要因を実験条件に応じて整理し、慣性力・地震時土圧・変位の位相特性に着目して検討を行った。(その3) では、地震時において、補強土壁の安全性を確保しうる限界の状態を明らかにするため、壁面工の脱落や補強材の伸長が補強土壁の地震時挙動に及ぼす影響を検討した。

第6セッション 座長：河端俊典 (神戸大) 副座長：中村努 (苫小牧高専)

本セッションでは、ジオシンセティックス補強土壁の落石防護への抵抗に関する研究成果が発表された。

・ Piled Geo-wall (杭を用いた補強土擁壁) の静的水平抵抗特性：原隆史 (岐阜大)

Piled Geo-Wall の機能に対する H 鋼と帯状補強材の寄与の割合や帯状補強材に生じるひずみに関する質問があり、粗悪な土質材料に対しては帯状補強材の効果を正確に把握することの重要性についての報告があった。

・ Piled Geo-wall (杭を用いた補強土擁壁) の落石防護用壁への適用：辻慎一郎 (岐阜大)

Piled Geo-Wall の機能に対し、ジオシンセティックスの張り方や落石の規模によるメカニズムの違いに関して議論がなされた。

・ EPS とジオグリッドの組み合わせによる落石衝撃力の緩衝効果に関する実験的研究：加藤英樹 (太陽工業)

落石衝撃力の緩衝効果に関する報告に対し、ジオグリッドの結束の影響に関する質問があった。また、実験結果について加速度計の計測するタイミングやエネルギーの評価方法に関して議論がなされた。

・ 実物大斜面落石実験によるジオグリッドとジオセルを用いた補強土壁の評価：田島与典 (ライテク)

ジオグリッドとジオセルを用いた補強土壁に対する実物大斜面落石実験について報告された。また、単純な重錘の衝突ではなく、転がり落ちる方法を選択した理由やそのエネルギー損失の評価法に関して議論がなされた。

- ・ 富士山落石災害における落石防護補強土擁壁の適用事例：吉田眞輝（前田工繊）

落石防護補強土擁壁について、補強土擁壁の設計概念と落石の調査方法の紹介に続き、適用事例が発表された。また、本研究ではジオシンセティックスを用いた落石防護補強土擁壁の機能および景観の面からも有効であることが発表された。

第7セッション 座長：毛利栄征（農工研） 副座長：平川大貴（防衛大学校）

本セッションのテーマは、環境・廃棄物処分であり6編の発表が行われた。

- ・ Heavy metals retention in geosynthetic clay liners and its potential role in acid rock drainage treatment : Angelica NAKA（京都大）

重金属類を含む酸性水へのジオシンセティックスライナー(GCLs)の適用性について、室内試験による GCLs 中のベントナイトに対する膨潤試験、重金属類の吸着試験および透水試験結果から考察した結果が報告された。

- ・ 廃棄物最終処分場キャッピング用ジオコンポジットの引張り変形時における遮水性試験：西村正樹（大阪府産業技術総合研究所）

廃棄物処分場の最終カバー層に用いるキャッピング材に対して、遮水性とガス透過性と併せ持つ多孔質シートおよびそれを保護する不織布から構成されるジオコンポジットを開発・提案し、その引張り変形時での遮水性について実験的に検討した結果が報告された。

- ・ 不等沈下する基盤上の遮水シートの伸び挙動と固定端張力に関する模型実験：今泉繁良（宇都宮大）

海面埋立処分場において、基盤の圧縮・圧密によって護岸部との間に不等沈下が生じた場合の遮水シートの伸びおよび固定端張力に関して、大型模型実験と数値解析結果が報告された。

- ・ 袋詰脱水処理工法による汚染土の封込め施工：岡村昭彦（芦森工業）

ダイオキシンや重金属類等の汚染物質の封込めに関して、袋詰脱水処理工法の施工事例が報告された。

- ・ 袋詰真空脱水法による高含水比の脱水減容化(その3)：梅崎健夫（信州大）

袋詰脱水法(従来法)に真空圧密を応用した袋詰真空脱水法に関して、積み上げた袋間にプラスチックボードドレーンを敷設することの効果について報告がなされた。

- ・ Experimental study on the dewatering behavior of the dredged mud with horizontal drainage by siphon method : Jun TONG（九州大）

浚渫土の脱水処理に関して、プラスチックボードドレーンにサイフォン原理による真空圧を加えた時の効果について報告がなされた。